

## IMAGE COMPOSITION METHOD, IMAGE COMPOSITION DEVICE, RECORDING MEDIUM, AND FINGERPRINT INPUT DEVICE

**Publication number:** JP2001177714

**Publication date:** 2001-06-29

**Inventor:** HIRAKAWA MASAYA

**Applicant:** NIPPON ELECTRIC CO

**Classification:**

- international: **H04N1/387; G06T3/00; H04N1/387; G06T3/00; (IPC1-7): H04N1/387**

- European:

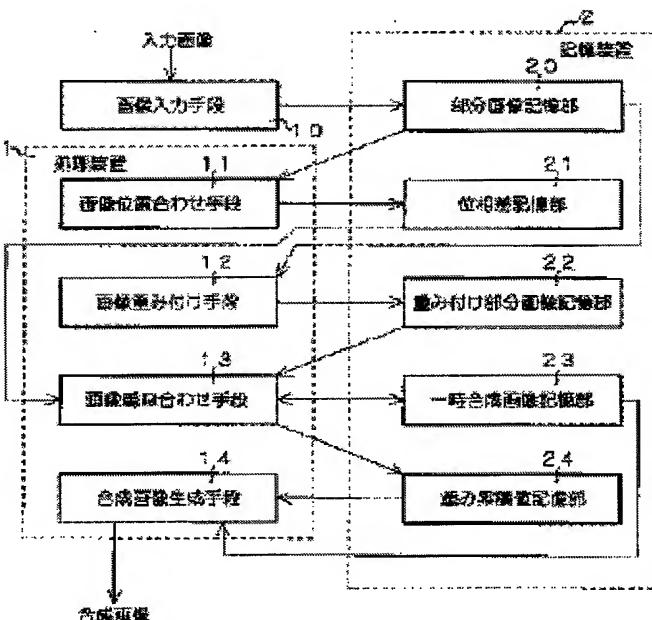
**Application number:** JP19990356300 19991215

**Priority number(s):** JP19990356300 19991215

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2001177714

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image composition method and an image composition device that can generate one composite image from a plurality of temporally consecutive partial images obtained through photographing of an object moving in a prescribed direction and can maintain the continuity of the photographed object and provide the composite image with excellent image quality. **SOLUTION:** The image composition device is provided with an image positioning means that respectively obtains a phase difference denoting a spatial position offset of respective two adjacent partial images, an image weighting means that respectively gives a weight denoting to which area of a partial image and how much of the partial image is to be reflected on the composite image to each partial image, an image superimposing means that superimposes the weighted partial images with each other to generate a temporary composite image being an image on the way of composition and counts number of accumulated weights by each pixel of the temporarily composite image, and a composite image generating means that divides the luminance of each pixel of the temporarily composited image by each accumulated weight and outputs the composite image with the luminance as the result of the division.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-177714

(P2001-177714A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 04 N 1/387  
G 06 T 1/00

識別記号

F I

H 04 N 1/387  
C 06 F 15/66

テマコト<sup>8</sup> (参考)

5 B 0 5 7  
4 5 0  
5 C 0 7 6

審査請求 有 請求項の数20 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号

特願平11-356300

(22) 出願日

平成11年12月15日 (1999.12.15)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 平川 雅也

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(74) 代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

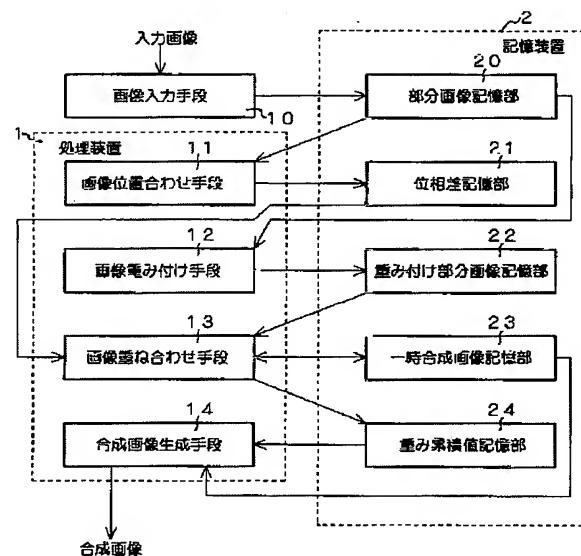
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像合成方法、画像合成装置、記録媒体、及び指紋入力装置

(57) 【要約】

【課題】 一定方向に移動する物体を撮像して得られる時間的に連続した複数の部分画像から1枚の合成画像を生成する画像合成方法及び画像合成装置において、撮像対象の連続性を保つと共に良好な画質の合成画像を得ることができる画像合成方法及び画像合成装置を提供する。

【解決手段】 隣接する二つの部分画像の空間的な位置ずれ量である位相差をそれぞれ求める画像位置合わせ手段と、部分画像のどの領域を合成画像にどの程度反映させるかを示す重みを部分画像にそれぞれ付与する画像重み付け手段と、重み付けされた部分画像を重ね合わせて合成途中の画像である一時合成画像を生成すると共に一時合成画像の各画素毎の重みの累積値を計数する画像重ね合わせ手段と、一時合成画像の各画素の輝度を各々の重みの累積値で除算し、該除算結果の輝度を備えた合成画像を出力する合成画像生成手段とを有する構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一定方向に移動する物体を撮像して得られる時間的に連続した複数の部分画像から、それらを合成した合成画像を生成するための画像合成方法であって、前記複数の部分画像のうち、隣接する二つの部分画像の空間的な位置ずれ量である位相差をそれぞれ求め、前記部分画像のどの領域を前記合成画像にどの程度反映させるかを示す重みを前記部分画像に対してそれぞれ付与し、重み付けされた部分画像をそれぞれ重ね合わせて合成途中の画像である一時合成画像を生成すると共に、前記一時合成画像の各画素毎の重みの累積値を計数し、前記一時合成画像の各画素の輝度を各々の重みの累積値で除算し、該除算結果の輝度を備えた前記合成画像を出力する画像合成方法。

【請求項2】 隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一致度を示す相関値に基づいて前記画像位置合わせ手段で求めた前記位相差の信頼度を設定し、該位相差の信頼度に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与する請求項1記載の画像合成方法。

【請求項3】 前記画像入力手段から出力された前記部分画像の画質、または該部分画像の局所的な画質の少なくとも一方を判定し、該画質の判定結果に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与する請求項1記載の画像合成方法。

【請求項4】 隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一致度を示す相関値に基づいて前記画像位置合わせ手段で求めた前記位相差の信頼度を算出し、前記画像入力手段から出力された前記部分画像の画質、または該部分画像の局所的な画質の少なくとも一方を判定し、該位相差の信頼度及び該画質の判定結果に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与する請求項1記載の画像合成方法。

【請求項5】 隣接する二つの部分画像を複数の画像領域にそれぞれ分割し、該二つの部分画像を重ね合わせた時の一致度を示す相関値を該画像領域毎にそれぞれ算出し、該相関値に基づいて部分画像の局所的な画質を判定する請求項3または4記載の画像合成方法。

【請求項6】 前記合成画像に最も強く反映させる部位にピークを持つ正規分布の密度関数を重みとして用いる請求項1乃至5のいずれか1項記載の画像合成方法。

【請求項7】 一定方向に移動する物体を撮像して得られる時間的に連続した複数の部分画像から、それらを合成した合成画像を生成する画像合成装置であって、前記複数の部分画像のうち、隣接する二つの部分画像の空間的な位置ずれ量である位相差をそれぞれ求める画像位置合わせ手段と、

前記部分画像のどの領域を前記合成画像にどの程度反映させるかを示す重みを前記部分画像に対してそれぞれ付与する画像重み付け手段と、

重み付けされた部分画像をそれぞれ重ね合わせて合成途中の画像である一時合成画像を生成すると共に、前記一時合成画像の各画素毎の重みの累積値を計数する画像重ね合わせ手段と、

前記一時合成画像の各画素の輝度を各々の重みの累積値で除算し、該除算結果の輝度を備えた前記合成画像を出力する合成画像生成手段と、を有する画像合成装置。

【請求項8】 隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一致度を示す相関値に基づいて前記画像位置合わせ手段で求めた前記位相差の信頼度を設定し、前記画像重み付け手段に出力する位相差信頼度計算手段を有し、前記画像位置合わせ手段は前記相関値を算出して前記位相差信頼度計算手段に送出し、

前記画像重み付け手段は前記位相差信頼度計算手段で算出された前記位相差の信頼度に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与する請求項7記載の画像合成装置。

【請求項9】 前記画像入力手段から出力された前記部分画像の画質、または該部分画像の局所的な画質の少なくとも一方を判定する部分画像画質判定手段を有し、前記画像重み付け手段は前記部分画像画質判定手段の画質判定結果に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与する請求項7記載の画像合成装置。

【請求項10】 隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一致度を示す相関値に基づいて前記画像位置合わせ手段で求めた前記位相差の信頼度を算出し、前記画像重み付け手段に出力する位相差信頼度計算手段と、前記画像入力手段から出力された前記部分画像の画質、または該部分画像の局所的な画質の少なくとも一方を判定する部分画像画質判定手段とを有し、

前記画像重み付け手段は前記位相差信頼度計算手段で算出された前記位相差の信頼度及び前記部分画像画質判定手段の画質判定結果に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与する請求項7記載の画像合成装置。

【請求項11】 前記部分画像画質判定手段は、隣接する二つの部分画像を複数の画像領域にそれぞれ分割し、該二つの部分画像を重ね合わせた時の一致度を示す相関値を該画像領域毎にそれぞれ算出し、該相関値に基づいて部分画像の局所的な画質を判定する請求項9または10記載の画像合成装置。

【請求項12】 前記重みは、前記合成画像に最も強く反映させる部位にピークを持つ正規分布の密度関数である請求項7乃至11のいずれか1項記載の画像合成装置。

【請求項13】 一定方向に移動する物体を撮像して得られる時間的に連続した複数の部分画像から、コンピュ

ータにそれらを合成した合成画像を生成させるためのプログラムが記録された記録媒体であって、前記複数の部分画像のうち、隣接する二つの部分画像の空間的な位置ずれ量である位相差をそれぞれ算出させ、前記部分画像のどの領域を前記合成画像にどの程度反映させるかを示す重みを前記部分画像に対してそれぞれ付与させ、重み付けされた部分画像をそれぞれ重ね合わせて合成途中の画像である一時合成画像を生成すると共に、前記一時合成画像の各画素毎の重みの累積値を計数させ、前記一時合成画像の各画素の輝度を各々の重みの累積値で除算し、該除算結果の輝度を備えた前記合成画像を出力させるためのプログラムが記録された記録媒体。

【請求項14】隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一致度を示す相関値に基づいて前記画像位置合わせ手段で求めた前記位相差の信頼度を設定させ、該位相差の信頼度に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与させるためのプログラムが記録された請求項13記載の記録媒体。

【請求項15】前記画像入力手段から出力された前記部分画像の画質、または該部分画像の局所的な画質の少なくとも一方を判定させ、

該画質の判定結果に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与させるためのプログラムが記録された請求項13記載の記録媒体。

【請求項16】隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一致度を示す相関値に基づいて前記画像位置合わせ手段で求めた前記位相差の信頼度を算出させ、前記画像入力手段から出力された前記部分画像の画質、または該部分画像の局所的な画質の少なくとも一方を判定させ、該位相差の信頼度及び該画質の判定結果に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与させるためのプログラムが記録された請求項13記載の記録媒体。

【請求項17】隣接する二つの部分画像を複数の画像領域にそれぞれ分割させ、該二つの部分画像を重ね合わせた時の一致度を示す相関値を該画像領域毎にそれぞれ算出させ、該相関値に基づいて部分画像の局所的な画質を判定させるためのプログラムが記録された請求項15または16記載の記録媒体。

【請求項18】前記合成画像に最も強く反映させる部位にピークを持つ正規分布の密度関数を重みとして用いるためのプログラムが記録された請求項13乃至17のいずれか1項記載の記録媒体。

【請求項19】請求項7乃至12のいずれか1項記載の画像合成装置と、センサ部に押し当てられて移動する指を撮像して得られる指紋の前記複数の部分画像を出力する画像入力手段と、を有する指紋入力装置。

【請求項20】前記画像入力手段は、細長い矩形形状のセンサ部を有する請求項19記載の指紋入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一定方向に移動する物体をカメラやスキャナあるいはイメージングセンサ等で撮像して得られる連続した複数の部分画像から、一枚の画像を再構成するための画像合成方法、画像合成装置及び記録媒体と、その画像合成装置を備えた指紋入力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】この種の画像合成方法としては、例えば、各部分画像の必要な部位を切り取って繋ぎ合わせる方法（以下、逐次追加法と呼ぶ）、あるいは全ての部分画像を重ねあわせ、その重なっている領域の輝度を平均化する方法（以下、平均画素値法と呼ぶ）等が考えられている。

【0003】一方、従来の指紋入力装置は、プリズム式の光学装置、静電容量式半導体センサ、あるいは圧電効果や焦電効果を利用した指紋センサ等を用いて指紋画像を取り込むものが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記したような従来の画像合成方法のうち、逐次追加法は、連続する部分画像間の空間的な位置ずれ量である位相差を用いて画像を合成するため、部分画像間の画像位置合わせ誤差や画像の局所的な歪みが大きい場合、合成した画像の連続性が保たれないという問題が発生する。例えば、撮像対象が指紋の場合、指紋隆線がうまく繋がらない画像になってしまう。

【0005】一方、平均画素値法は、隣接する二つの部分画像間の画像位置合わせ誤差の影響が上記逐次追加法よりも少なくて済み、撮像画像の背景等に存在するノイズも除去することができるため、例えば、撮像対象が指紋の場合、指紋隆線が平滑化されて汗腺孔等を目立たなくすることができる。

【0006】しかしながら、全ての部分画像データを均等に用いて画像を合成するため、画像位置合わせ誤差の蓄積によって、合成画像が全体的にぼやけた感じになり不鮮明な領域が多くなってしまう。そのため、撮像画像が指紋等の場合は、指紋を照合するための特徴抽出に支障をきたしてしまう。

【0007】さらに、従来の画像合成方法では、画像位置合わせ処理の結果を信頼して画像を合成するが、画像位置合わせ処理の結果は毎回正確であるとは限らず、局所的な画像の歪みもあるため、これらの画像位置合わせ誤差が合成画像の画質を低下させる要因になる。

【0008】加えて、合成画像に用いる部分画像自体の画質を考慮することなく各部分画像を画像位置合わせ処

理結果にしたがって機械的に画像を切り取ったり重ね合わせたりしているため、画質の悪い部分画像や局所的にノイズや歪みが生じている部分画像がある場合に、その部分画像の画質が合成画像の画質を低下させてしまう。

【0009】一方、従来の指紋入力装置では、指紋の認証に必要な指紋画像を得るために、指紋全体を覆える十分に広い面積を持つセンサ部を用いているため、指紋入力装置の製造コストが高くなる問題があった。また、指紋入力装置の規模が大きくなるためユーザの利便性を損なってしまう。

【0010】本発明は上記したような従来の技術が有する問題点を解決するためになされたものであり、画像位置合わせ結果の誤差や画質の悪い部分画像の影響を少なくして撮像対象の連続性を保つと共に、例えば、撮像対象が指紋の場合、指紋照合における特徴抽出に支障を来さない良好な合成画像を得ることができる、複数の部分画像から一枚の合成画像を再構成する画像合成方法及び画像合成装置を提供することを目的とする。

【0011】また、製造コストを抑えると共にユーザの利便性を損なわない指紋入力装置を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の画像合成方法は、一定方向に移動する物体を撮像して得られる時間的に連続した複数の部分画像から、それらを合成した合成画像を生成するための画像合成方法であって、前記複数の部分画像のうち、隣接する二つの部分画像の空間的な位置ずれ量である位相差をそれぞれ求め、前記部分画像のどの領域を前記合成画像にどの程度反映させるかを示す重みを前記部分画像に対してそれぞれ付与し、重み付けされた部分画像をそれぞれ重ね合わせて合成途中の画像である一時合成画像を生成すると共に、前記一時合成画像の各画素毎の重みの累積値を計数し、前記一時合成画像の各画素の輝度を各々の重みの累積値で除算し、該除算結果の輝度を備えた前記合成画像を出力する方法である。

【0013】このとき、隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一一致度を示す相関値に基づいて前記画像位置合わせ手段で求めた前記位相差の信頼度を設定し、該位相差の信頼度に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与してもよく、前記画像入力手段から出力された前記部分画像の画質、または該部分画像の局所的な画質の少なくとも一方を判定し、該画質の判定結果に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与してもよく、隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一一致度を示す相関値に基づいて前記画像位置合わせ手段で求めた前記位相差の信頼度を算出し、前記画像入力手段から出力された前記部分画像の画質、または該部分画像の局所的な画質の少なくとも一方を判定し、該位相差の信頼度及び該画質の判定結果に基づいて前記部分

画像に対してそれぞれ前記重みを付与してもよい。

【0014】さらに、隣接する二つの部分画像を複数の画像領域にそれぞれ分割し、該二つの部分画像を重ね合わせた時の一一致度を示す相関値を該画像領域毎にそれぞれ算出し、該相関値に基づいて部分画像の局所的な画質を判定してもよく、前記合成画像に最も強く反映させる部位にピークを持つ正規分布の密度関数を重みとして用いてもよい。

【0015】一方、本発明の画像合成装置は、一定方向に移動する物体を撮像して得られる時間的に連続した複数の部分画像から、それらを合成した合成画像を生成する画像合成装置であって、前記複数の部分画像のうち、隣接する二つの部分画像の空間的な位置ずれ量である位相差をそれぞれ求める画像位置合わせ手段と、前記部分画像のどの領域を前記合成画像にどの程度反映させるかを示す重みを前記部分画像に対してそれぞれ付与する画像重み付け手段と、重み付けされた部分画像をそれぞれ重ね合わせて合成途中の画像である一時合成画像を生成すると共に、前記一時合成画像の各画素毎の重みの累積値を計数する画像重ね合わせ手段と、前記一時合成画像の各画素の輝度を各々の重みの累積値で除算し、該除算結果の輝度を備えた前記合成画像を出力する合成画像生成手段と、を有する構成である。

【0016】このとき、隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一一致度を示す相関値に基づいて前記画像位置合わせ手段で求めた前記位相差の信頼度を設定し、前記画像重み付け手段に出力する位相差信頼度計算手段を有し、前記画像位置合わせ手段は前記相関値を算出して前記位相差信頼度計算手段に送出し、前記画像重み付け手段は前記位相差信頼度計算手段で算出された前記位相差の信頼度に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与してもよく、前記画像入力手段から出力された前記部分画像の画質、または該部分画像の局所的な画質の少なくとも一方を判定する部分画像画質判定手段を有し、前記画像重み付け手段は前記部分画像画質判定手段の画質判定結果に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与してもよく、隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一一致度を示す相関値に基づいて前記画像位置合わせ手段で求めた前記位相差の信頼度を算出し、前記画像重み付け手段に出力する位相差信頼度計算手段と、前記画像入力手段から出力された前記部分画像の画質、または該部分画像の局所的な画質の少なくとも一方を判定する部分画像画質判定手段とを有し、前記画像重み付け手段は前記位相差信頼度計算手段で算出された前記位相差の信頼度及び前記部分画像画質判定手段の画質判定結果に基づいて前記部分画像に対してそれぞれ前記重みを付与してもよい。

【0017】さらに、前記部分画像画質判定手段は、隣接する二つの部分画像を複数の画像領域にそれぞれ分割し、該二つの部分画像を重ね合わせた時の一一致度を示す

相関値を該画像領域毎にそれぞれ算出し、該相関値に基づいて部分画像の局所的な画質を判定してもよく、前記重みは、前記合成画像に最も強く反映させる部位にピークを持つ正規分布の密度関数であってもよい。

【0018】上記のような画像合成方法及び画像合成装置では、部分画像にそれぞれ重みを付与して画像を合成することで、部分画像の強く重み付けされた領域を合成画像に強く反映させ、弱く重み付けされた領域を合成画像に反映させないことができるため、画像位置合わせにおける位置合わせ誤差や画像の歪みを合成画像に反映させないようにすることができる。

【0019】また、位相差の信頼度に基づいて重みを決定することで、画像の位置合わせ誤差や部分画像の局所的な歪み等に柔軟に対応することができる。

【0020】さらに、部分画像の画質または部分画像の局所的な画質を考慮して重みを決定することで、画質の良い部分画像あるいはその領域を画像の合成に用いることができる。

【0021】また、指紋入力装置に、上記画像合成装置とセンサ部に押し当てられて移動する指を撮像して得られる指紋の複数の部分画像を出力する画像入力手段とを有することで、センサ部の面積が小さくて良好な画質の合成画像を生成することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】次に本発明について図面を参照して説明する。

【0023】(第1の実施の形態) 図1は本発明の画像合成装置の第1の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【0024】図1に示すように、本実施形態の画像合成装置は、画像入力手段10から出力される、一定方向に移動する物体を撮像して得られる時間的に連続した複数の部分画像から、それらを合成した合成画像を生成する処理装置1と、処理装置1の処理に必要な各種データを格納するための記憶装置2とを有する構成である。

【0025】処理装置1は、隣接する二つの部分画像の空間的な位置ずれ量である位相差をそれぞれ検出する画像位置合わせ手段11と、部分画像のどの領域を合成画像にどの程度強く反映させるかを示す重みを各部分画像毎にそれぞれ付与する画像重み付け手段12と、重み付けされた部分画像を重ね合わせて合成途中の画像である一時合成画像を生成すると共に、一時合成画像の各画素毎の重みの累積値を計数する画像重ね合わせ手段13と、一時合成画像の各画素の輝度をそれぞれの重みの累積値で除算し、最終的な合成画像を出力する合成画像生成手段14とを有している。

【0026】また、記憶装置2は、画像入力手段10から出力された部分画像をそれぞれ格納する部分画像記憶部20と、画像位置合わせ手段11で検出された二つの部分画像間の位相差をそれぞれ格納する位相差記憶部2

1と、画像重み付け手段12で重み付けされた部分画像をそれぞれ格納する重み付け部分画像記憶部22と、画像重ね合わせ手段13で生成された一時合成画像をそれぞれ格納する一時合成画像記憶部23と、画像重ね合わせ手段13で計数された一時合成画像の各画素毎の重みの累積値を格納する重み累積値記憶部24とを有している。

【0027】画像入力手段10には、カメラ、スキャナ、イメージングセンサ等のように移動する撮像対象の部分画像を連続して得ることが可能なものが用いられる。例えば、撮像対象が指紋の場合は、「指紋パターンの自動分類（情報処理学会研究会資料, Vol. CV 18, No. 2, 1982, pp. 1-8）」や「プリズムを用いた指紋情報検出方法—全反射法と光路分離法の比較（電子情報通信学会論文誌(D), Vol. J68-D, No. 3, 1985, pp. 414-415）」に記載された光学式スキャナ、「ホログラフィック指紋センサを用いた個人照合装置（電子情報通信学会技術報告, Vol. PRU 87, No. 31, 1987, pp. 27-33）」に記載されたホログラムを用いたスキャナ、「Improved image quality of live scan fingerprint scanners using acousticbackscatter measurements (Proceedings of Biometric Consortium8th Meeting, 1996)」に記載された超音波を用いたスキャナ、「Thermalimaging fingerprint technology (Proceedings of Biometric Consortium9th Meeting, 1997)」に記載された熱感知を利用する半導体センサのスキャナ、「A direct fingerprint reader (Proceedings of CardTech/SecureTech, Vol. I:Technology, 1996, pp. 271-279)」に記載された静電容量を利用する半導体センサのスキャナ、あるいは特開平10-91769号公報（指紋読み取りシステム）に記載された細長いバー形状の指紋スキャナ等がある。

【0028】画像位置合わせ手段11で実行する画像位置合わせ方法としては、「Digital Picture Processing. Vol. I and II (Academic Press, Orlando, Fla. 1982)」に記載された相位相關法、「A class of algorithms for fast digital registration. (IEEE Trans. Comput. C-21, 1972, pp. 179-186)」に記載された逐次類似検出アルゴリズム（以下、逐次法と呼ぶ）、「The phase correlation image alignment method. (In Proceedings of the IEEE 1975 International Conference on Cybernetics and Society (Sept.). IEEE, New York, 1975, p. 163-165)」に記載された位相相關法、「Registration of translated and rotated images using finite Fourier Transforms. (IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell. PAMI-9, 5 (Sept.), 1987, pp. 700-703)」に記載された画像の回転運動を考慮した位相相關法、「Digital image registration using projections. (IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell. PAMI-8, 2 (Mar.), 1986, pp. 222-223)」に記載された1次元のフーリエ変換のみを用いた位相相關法、「Digital registration techn

iques for sequential Fundus images. (In IEEE Proceedings of SPIE: Applications of Digital Image Processing X, Vol. 829. IEEE, New York, 1987, pp. 293-300)」に記載されたパワースペクトルを用いる手法、あるいは「マニューシャネットワーク特徴による自動指紋照合-照合過程-（電子情報通信学会論文誌(D-II), Vo 1.J72-D-II, No.5, 1989, pp.733-740）」や特許第2636736号公報（指紋合成装置）に記載されたマニューシャと呼ばれる指紋の特徴点を用いる手法等のように、隣接する二つの部分画像の位相差を検出することができる方法であればどのような方法であってもよい。

【0029】相互相関法では、まず、二つの画像データをそれぞれ  $I_1(x, y)$ ,  $I_2(x, y)$  と表したときに、二つの部分画像間の類似性の測度  $C(u, v)$  を以下の式で求める。

【0030】

【数1】

$$C(u, v) = \frac{\sum_x \sum_y I_1(x, y) I_2(x-u, y-v)}{\sqrt{\sum_x \sum_y I^2(x-u, y-v)}}$$

【0031】例えば、 $I_1(x, y)$  が  $(i, j)$  の変化によって  $I_2(x, y)$  に一致したとすると、相互相関は  $(i, j)$  で最大となる。すなわち、 $C(u, v)$  が最大となる  $(i, j)$  を探すことで位相差を求めることができる。

【0032】逐次法は、隣接する二つの部分画像の画素輝度の差の絶対値に基づいて位相差を求める方法であり、部分画像間の類似性の測度  $E(u, v)$  は以下の式で示される。

【0033】

【数2】

$$E(u, v) = \sum_x \sum_y |I_1(x, y) - I_2(x-u, y-v)|$$

【0034】上記測度  $E(u, v)$  は二つの画像が一致する値  $(i, j)$  で最小の値となるため、最小値を超えたときに計算を中止して、次の画素の測度計算に移行することができるという特長を持つ。

【0035】また、位相相関法は、高速フーリエ変換を用いて位相差を算出する方法であり、隣接する二つの部分画像のフーリエ変換を  $F_1(\omega_x, \omega_y)$ ,  $F_2(\omega_x, \omega_y)$  で表すと、以下の式で示す相互パワースペクトルから二つの画像が一致する値  $(d_x, d_y)$  を検出することで位相差を算出する。

【0036】

【数3】

$$\frac{F_1(\omega_x, \omega_y) F_2^*(\omega_x, \omega_y)}{|F_1(\omega_x, \omega_y) F_2^*(\omega_x, \omega_y)|} = e^{(w_x d_x + w_y d_y)}$$

【0037】すなわち、上記相互パワースペクトルを逆フーリエ変換することでインパルス関数を得ることが可

能であり、そのインパルス関数のピーク位置が求める  $(d_x, d_y)$  となる。

【0038】画像の回転運動を考慮した位相相関法では、最初に回転角を求め、続いて上記位相相関法と同様に、二つの画像を一致させたときの一方の画像の移動量を求めて位相差を算出する方法である。二つの画像のフーリエ変換を、極座標  $(r, \theta)$  を用いて  $F_1(r, \theta)$ ,  $F_2(r, \theta)$  で表したとき、以下の相互パワースペクトル  $G(r, \theta, \phi)$  を逆フーリエ変換することにより上記移動量を求めることができる。

【0039】

【数4】

$$G(r, \theta, \phi) = \frac{F_1(r, \theta) F_2^*(r, \theta - \phi)}{|F_1(r, \theta) F_2^*(r, \theta - \phi)|}$$

【0040】1次元のフーリエ変換のみを用いた位相相関法は、各々の画像の x 方向と y 方向への投影値を用い、その投影ヒストグラムにフーリエ変換を適用する方法である。

【0041】パワースペクトルを用いる手法は、相互パワースペクトルから求める位相相関法と類似しているが、本手法では相互パワースペクトルの対数で計算を行うため、画像データの掛け算の代わりに足し算で移動量を算出することが可能であり、計算コストを節約できる特長を持つ。

【0042】特徴点を用いる手法は、各画像中からそれぞれ特徴点を抽出し、その特徴点が一致するように位置合わせを行う手法である。

【0043】画像重み付け手段 1.2 は、合成画像に用いる部分画像のどの領域に重みを強く置くか、すなわち、部分画像のどの領域を合成画像に強く反映させるかを定め、部分画像の各画素輝度に重み関数  $w_k(x, y)$  をそれぞれ乗算し、重み付け部分画像として重み付け部分画像記憶部 2.2 へ出力する。

【0044】ここで、入力部分画像を  $I_k(x, y)$  とすると、重み付け部分画像

【0045】

【外1】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0046】は、

【0047】

【数5】

$$\hat{I}_k(x, y) = w_k(x, y) \times I_k(x, y)$$

【0048】で表される。

【0049】例えば、部分画像が、図 2 に示すように x 方向に長い X × Y の矩形形状から構成され、中央ライン、すなわち、 $y = Y/2$  のラインを最も強調したい場合、重み関数  $w_k(x, y)$  には以下に示すような中央

ラインにピークを持つ正規分布の密度関数を適用するとよい。

【0050】

【数6】

$$w_k(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} e^{-(y-Y/2)^2/2\sigma_y^2}$$

【0051】なお、図2は図1に示した画像重み付け手段で用いられる重み関数の一例を示す図であり、部分画像の形状とそれに付与される重み関数の関係を示す平面図である。

【0052】この標準偏差 $\sigma_y$ の値を自由に設定することで、強調したいラインの幅と重みの強さを変えることができる。すなわち、 $\sigma_y$ の値を0に近づければ重み関数 $w_k(x, y)$ は $Y/2$ でピークを持つインパルス関数に近づき、中央ライン上の画素輝度を他のライン上の画素輝度よりも著しく強調することができる。

【0053】一方、 $\sigma_y$ の値を∞に近づけると、重み関数 $w_k(x, y)$ が広い分布を持つようになるため、全ラインにほぼ等しい強さの重みを与えることができる。

【0054】より一般的には、以下に示すような重み関数 $w_k(x, y)$ を用いることで、任意のライン $y=\alpha$ 上の画素輝度を強調することができる。

【0055】

【数7】

$$w_k(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} e^{-(y-\alpha)^2/2\sigma_y^2}$$

【0056】また、中央ライン上の画素輝度を強調したい場合は、以下に示すような重み関数 $w_k(x, y)$ を用いてもよい。

【0057】

【数8】

$$w_k(x, y) = 100e^{-2(2(y/Y)-1)^2 \ln 10}$$

【0058】これは、中央ライン( $y=Y/2$ )の重みを100、 $y=0$ ,  $y=Y$ のラインの重みを1とするような重み関数である。さらに単純には、以下に示すような重み関数 $w_k(x, y)$ を用いてもよい。

【0059】

【数9】

$$w_k(x, y) = 100 - |200(y - Y/2)/Y|$$

【0060】これは、中央ラインの重みが100、 $y=0$ ,  $y=Y$ のラインの重みが0となるような重みが線形に変化する関数である。

【0061】さらに、ラインではなく画像中の任意の点( $\alpha, \beta$ )を強調する場合は、正規分布を2次元に拡張した以下の重み関数 $w_k(x, y)$ を用いるといよい。

【0062】

【数10】

$$w_k(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x\sigma_y} e^{-(x-\alpha)^2/2\sigma_x^2 - (y-\beta)^2/2\sigma_y^2}$$

【0063】以上説明したように、画像重み付け手段12で用いる重み付け処理は、任意のラインまたは画素の輝度を強調できるものであれば、どのような重み関数を用いてもよい。

【0064】画像重ね合わせ手段13は、重み付け部分画像記憶部22から1フレーム毎に重み付け部分画像を読み出し、一時合成画像記憶部23から読み出した一時合成画像に重ね合わせて新たな一時合成画像を生成し、一時合成画像記憶部23に格納する。

【0065】このとき、一時合成画像は、図3に示すように、位相差記憶部21から読み出された二つの部分画像に対応する位相差にしたがって重ね合わされる。なお、図3は図1に示した画像重ね合わせ手段で用いられる画像重ね合わせの例を示す平面図である。

【0066】すなわち、一時合成画像の同一画素に二つの画像が重なる場合は、各々の重み付け部分画像の画素輝度を累積する。この画素輝度を累積した合成画像を一時合成画像として一時合成画像記憶部23へ格納する。また、新たに生成した一時合成画像の各画素毎にそれぞれの重みを累積し、その重み累積値を重み累積値記憶部24へ格納する。

【0067】ここで、第kフレームの重み付け部分画像を

【0068】

【外2】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0069】、重み関数を $w_k(x, y)$ 、第kフレームと第(k-1)フレームの部分画像の位相差を $x_k$ ,  $y_k$ 、一時合成画像を $J(x, y)$ 、一時合成画像 $J(x, y)$ の画素(x, y)の重なり開始部分画像フレーム番号を $s(x, y)$ 、重なり終了部分画像フレーム番号を $e(x, y)$ とすると、一時合成画像 $J(x, y)$ と重み累積値 $w(x, y)$ は以下のように表すことができる。

【0070】

【数11】

$$J(x, y) = \sum_{k=s(x, y)}^{e(x, y)} \hat{I}_k(x - \sum_{n=2}^{e(x, y)} x_n, y - \sum_{n=2}^{e(x, y)} y_n)$$

$$w(x, y) = \sum_{k=s(x, y)}^{e(x, y)} w_k(x - \sum_{n=2}^{e(x, y)} x_n, y - \sum_{n=2}^{e(x, y)} y_n)$$

【0071】合成画像生成手段14は、一時合成画像記憶部23から読み出した一時合成画像の各画素輝度を、重み累積値記憶部24から読み出した一時合成画像の画

素毎の重み累積値でそれぞれ除算し、その除算結果を最終的な合成画像の画素毎の画像輝度として出力する。すなわち、重み付け合成画像

【0072】

【外3】

$$\hat{I}(x, y) = \frac{J(x, y)}{w(x, y)} = \frac{\sum_{k=s(x, y)}^{e(x, y)} \hat{I}_k \left( x - \sum_{n=2}^{e(x, y)} x_n, y - \sum_{n=2}^{e(x, y)} y_n \right)}{\sum_{k=s(x, y)}^{e(x, y)} w_k \left( x - \sum_{n=2}^{e(x, y)} x_n, y - \sum_{n=2}^{e(x, y)} y_n \right)}$$

【0075】次に、本実施形態の画像合成装置の処理手順について図4を用いて説明する。

【0076】図4は図1に示した画像合成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【0077】図4において、処理装置1は、まず、画像入力手段10を用いて一定方向に移動している物体を撮像し（ステップA1）、画像入力手段10から出力された連続する部分画像  $I_k(x, y)$  ( $1 \leq k \leq N$ ) をそれぞれ部分画像記憶部20に格納する（ステップA2）。

【0078】次に、部分画像間の画像位置合わせ処理が全て終了しているか否かを判定し（ステップA3）、画像位置合わせ処理が全て終了していればステップA6の処理へ移行する。また、画像位置合わせ処理が全て終了していない場合は、画像位置合わせ手段11を用いて、部分画像記憶部20から隣接する二つの部分画像  $I_{k-1}(x, y)$ ,  $I_k(x, y)$  ( $2 \leq k \leq N$ ) をそれぞれ読み出し（ステップA4）、それらのx方向及びy方向の位相差  $x_k, y_k$  ( $2 \leq k \leq N$ ) をそれぞれ求め、求めた位相差を位相差記憶手段21に格納して（ステップA5）ステップA3の処理に戻る。

【0079】続いて、処理装置1は、部分画像に対する重み付け処理が全て終了しているか否かを判定し（ステップA6）、重み付け処理が全て終了していればステップA9の処理へ移行する。また、重み付け処理が全て終了していない場合は、画像重み付け手段12を用いて、部分画像記憶部20から1フレーム分の部分画像  $I_k(x, y)$  を読み出し（ステップA7）、当該部分画像に対して重み付け処理を行う。また、その処理結果である重み付け部分画像

【0080】

【外4】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0081】を重み付け部分画像記憶部22に格納して（ステップA8）ステップA6の処理に戻る。

【0082】次に、処理装置1は、重み付け部分画像の重ね合わせ処理が全て終了しているか否かを判定し（ステップA9）、重ね合わせ処理が全て終了している場合は、合成画像生成手段14を用いて一時合成画像記憶部

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0073】は以下の式で表される。

【0074】

【数12】

23から一時合成画像を読み出し（ステップA15）、その各画像輝度を、重み累積値記憶部24から読み出した（ステップA16）各画素の重み累積値で除算し、除算結果を画素輝度とする最終的な合成画像を出力する（ステップA17）。

【0083】一方、重ね合わせ処理が全て終了していない場合は、画像重ね合わせ手段13を用いて、重み付け部分画像記憶部22から1フレーム分の重み付け部分画像

【0084】

【外5】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0085】を読み出し（ステップA10）、一時合成画像記憶部23から一つ前のフレームまで重ね合わせた一時合成画像  $J_{k-1}(x, y)$  を読み出し（ステップA11）、位相差記憶手段21から当該部分画像と前フレームの部分画像の位相差  $x_k, y_k$  を読み出して（ステップA12）、重み付け部分画像

【0086】

【外6】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0087】と一時合成画像  $J_{k-1}(x, y)$  を位相差  $x_k, y_k$  にしたがって重ね合わせ、新たな一時合成画像  $J_k(x, y)$  を生成する（ステップA13）。また、生成した一時合成画像  $J_k(x, y)$  の各画素毎の重み累積値を計数し、重み累積値記憶24に格納する（ステップA14）。

【0088】以上説明したように、本実施形態の画像合成装置によれば、部分画像から合成画像を生成する際に、従来のように部分画像の全てを均等に重ね合わせる手法や部分画像の一部を切り取って繋ぎ合わせる手法を用いずに、部分画像にそれぞれ重みを付与して合成することで、部分画像の強く重み付けされた領域を合成画像に強く反映させ、弱く重み付けされた領域を合成画像に反映させないことができるため、画像位置合わせにおける位置合わせ誤差や画像の歪みを合成画像に反映させないようにすることができる。したがって、撮像対象の連続性が保たれると共に、良好な画質の合成画像を得るこ

とができる。

【0089】(第2の実施の形態) 次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図5は本発明の画像合成装置の第2の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【0090】図5に示すように、本実施形態の画像合成装置は、処理装置に、画像位置合わせ手段で求めた隣接する二つの部分画像の位相差の信頼度を設定する位相差信頼度計算手段15を有し、記憶装置に、位相差信頼度計算手段15で求めた二つの部分画像の位相差信頼度を格納する位相差信頼度記憶部25を有する構成である。

【0091】また、処理装置が有する画像位置合わせ手段11aは隣接する二つの部分画像間の相関値を算出して位相差信頼度計算手段15に送出し、画像重み付け手段12aは位相差信頼度に基づいて重み関数を決定して重み付け部分画像を生成する点が第1の実施の形態と異なっている。その他の構成は第1の実施の形態と同様であるため、その説明は省略する。

【0092】位相差信頼度計算手段15は、画像位置合わせ手段11aで算出された二つの部分画像間の位相差の信頼度を計算するものであり、画像位置合わせ手段11aから当該二つの部分画像間の相関値を受け取り、該相関値に基づいて位相差の信頼度を決定する。相関値は、隣接する二つの部分画像を重ね合わせた時の一致度を示す値であり、例えば、第1の実施の形態で示した隣接する二つの部分画像間の類似性の測度等を用いるといふ。

【0093】位相差信頼度計算手段15は、二つの部分画像間の相関が高いとき、すなわち相関値による一致度が高ければ信頼度を高くし、位置合わせ誤差や部分画像の局所的な歪み等によって二つの部分画像間の相関が低いとき、すなわち相関値による一致度が低ければ信頼度を低くするような関数を設定する。位相差信頼度計算手段15で設定された位相差信頼度は位相差信頼度記憶部25に格納される。

【0094】本実施形態の画像重み付け手段12aは、第1の実施の形態と同様に、合成画像に用いる部分画像のどの領域に重みを強く置くか、すなわち、どの領域を合成画像にどの程度反映させるかを示す重み関数を定め、定められた重み関数に基づいて部分画像の各画素の輝度に重み関数  $w_k(x, y)$  を乗算し、その結果を重み付け部分画像記憶部へ格納する。

【0095】ここで、重み関数  $w_k(x, y)$  は、位相差信頼度記憶部25から読み出した2つの部分画像間の位相差信頼度に基づいて決定される。すなわち、位相差信頼度が高ければ当該部分画像を合成画像に強く反映させたいので当該部分画像に対して強い重み付けを行う。逆に、位相差信頼度が低ければ当該部分画像を合成画像に反映させたくないのと当該部分画像に対して弱い重み付けを行う。

【0096】より具体的には、例えば、部分画像の任意のライン  $y = \alpha$  を強調するために正規分布の重み関数  $w_k(x, y)$  を考える。

【0097】

【数13】

$$w_k(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} e^{-(y-\alpha)^2/2\sigma_y^2}$$

【0098】この正規分布の標準偏差である  $\sigma_y$  の値を自由に設定することで、強調したいラインの幅と重みの強さを変えることができる。すなわち、位相差信頼度が高い場合は、 $\sigma_y$  の値を0に近づけることでライン  $y = \alpha$  に強い重みを持たせることが可能であり、合成画像にライン  $y = \alpha$  付近を強く反映させることが可能である。

【0099】一方、位相差信頼度が低い場合は、 $\sigma_y$  の値を∞に近づけることで重み関数  $w_k(x, y)$  が広い分布を持ち、全ラインにはほぼ等しく低い重み付けがなされるため、当該部分画像の全領域を合成画像にあまり反映させないようにすることができる。

【0100】次に、本実施形態の画像合成装置の動作について図6を用いて説明する。

【0101】図6は図5に示した画像合成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【0102】図6において、処理装置は、まず、画像入力手段を用いて一定方向に移動している物体を撮像し(ステップB1)、画像入力手段から出力された連続する部分画像  $I_k(x, y)$  ( $1 \leq k \leq N$ ) をそれぞれ部分画像記憶部に格納する(ステップB2)。

【0103】次に、部分画像間の画像位置合わせ処理が全て終了しているか否かを判定し(ステップB3)、画像位置合わせ処理が全て終了していればステップB7の処理へ移行する。また、画像位置合わせ処理が全て終了していない場合は、画像位置合わせ手段11aを用いて、部分画像記憶部から隣接する二つの部分画像  $I_{k-1}(x, y)$ ,  $I_k(x, y)$  ( $2 \leq k \leq N$ ) をそれぞれ読み出し(ステップB4)、x方向及びy方向の位相差  $x_k, y_k$  ( $2 \leq k \leq N$ ) と相関値  $c_k$  をそれぞれ求め、求めた位相差を位相差記憶手段に格納し(ステップB5)、相関値  $c_k$  を位相差信頼度計算手段15に出力する。位相差信頼度計算手段15は、画像位置合わせ手段11aから受け取った二つの画像の相関値  $c_k$  を基づいて当該部分画像間の位相差信頼度  $r_k$  を計算し、その位相差信頼度  $r_k$  を位相差信頼度記憶部25に格納して(ステップB6)、ステップB3の処理に戻る。

【0104】続いて、処理装置は、部分画像に対する重み付け処理が全て終了しているか否かを判定し(ステップB7)、重み付け処理が全て終了していればステップB11の処理へ移行する。また、重み付け処理が全て終了していない場合は、画像重み付け手段12aを用いて部分画像記憶部から1フレーム分の部分画像  $I_k(x,$

$y$ ) を読み出し (ステップB 8) 、位相差信頼度記憶部 25 から当該位相差信頼度  $r_k$  を読み出し (ステップB 9) 、当該位相差信頼度  $r_k$  に基づいて重み関数  $w_k(x, y)$  を決定する。そして、決定した重み関数  $w_k(x, y)$  を用いて当該部分画像に対して重み付け処理を行い、その処理結果である重み付け部分画像

【0105】

【外7】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0106】を重み付け部分画像記憶部に格納して (ステップB 10) ステップB 7 の処理に戻る。

【0107】次に、処理装置は、重み付け部分画像の重ね合わせ処理が全て終了しているか否かを判定し (ステップB 11) 、重ね合わせ処理が全て終了している場合は、合成画像生成手段を用いて一時合成画像記憶部から一時合成画像を読み出し (ステップB 17) 、その各画像輝度を重み累積値記憶部から読み出した (ステップB 18) 各画素の重み累積値で除算し、除算結果を画素輝度とする最終的な合成画像を出力する (ステップB 19) 。

【0108】一方、重ね合わせ処理が全て終了していない場合は、画像重ね合わせ手段を用いて、重み付け部分画像記憶部から 1 フレーム分の重み付け部分画像

【0109】

【外8】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0110】を読み出し (ステップB 12) 、一時合成画像記憶部から一つ前のフレームまで重ね合わせた一時合成画像  $J_{k-1}(x, y)$  を読み出し (ステップB 13) 、位相差記憶手段から当該部分画像と前フレームの部分画像の位相差  $x_k, y_k$  を読み出して (ステップB 14) 、重み付け部分画像

【0111】

【外9】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0112】と一時合成画像  $J_{k-1}(x, y)$  とを位相差  $x_k, y_k$  にしたがって重ね合わせ、新たに一時合成画像  $J_k(x, y)$  を生成する (ステップB 15) 。また、生成した一時合成画像  $J_k(x, y)$  の各画素毎の重み累積値を計数し、重み累積値記憶に格納する (ステップB 16) 。

【0113】以上説明した本実施形態の画像合成装置によれば、画像位置合わせで得られた位相差の信頼度を考慮して重み付け処理を行うため、画像の位置合わせ誤差や部分画像の局所的な歪み等に柔軟に対応することができなり、信頼度の高い部分画像を画像の合成に用いることができるため、合成画像の画質をより向上させることができる。

とができる。

【0114】(第3の実施の形態) 次に本発明の画像合成装置の第3の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0115】図7は本発明の画像合成装置の第3の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【0116】図7に示すように、本実施形態の画像合成装置は、処理装置に、画像入力手段から出力される部分画像の画質、または部分画像の局所的な画質を判定する部分画像画質判定手段16を有し、記憶装置に、部分画像画質判定手段16の画質判定結果を格納する部分画像画質記憶部26を有し、処理装置が有する画像重み付け手段が位相差信頼度計算手段で判定された信頼度及び部分画像画質判定手段16の画質判定結果に基づいて重み関数を決定し、重み付け部分画像を生成する点が第2の実施の形態と異なっている。その他の構成は第2の実施の形態と同様であるため、その説明は省略する。

【0117】部分画像画質判定手段16は、部分画像記憶部から読み出した部分画像の局所的なノイズ、ぼけ、かすれ、つぶれ等を検出し、その画質判定結果を部分画像画質記憶部26へ格納する。

【0118】部分画像画質判定手段16で用いる画質判定方法としては、高速フーリエ変換を用いた周波数分析による判定方法、画像のコントラストによる判定方法、あるいは抽出特徴点の有無による判定方法等がある。

【0119】また、部分画像の局所的な画質判定方法としては、部分画像記憶部から読み出した隣接する二つの部分画像を複数の領域にそれぞれ分割し、位相差記憶部から読み出した部分画像間の位相差に基づいて当該二つの部分画像間の各領域毎に相関値をそれぞれ計算し、各領域間の相関値から部分画像の局所的な画質を判定する方法がある。

【0120】本実施形態の画像重み付け手段12bは、第1の実施の形態及び第2の実施の形態と同様に、合成画像に用いる部分画像のどの領域に重みを強く置くか、すなわち、どの領域を合成画像に強く反映させるかを定め、定められた重み関数に基づいて部分画像の各画素輝度に重み関数  $w_k(x, y)$  を乗算し、その結果を重み付け部分画像記憶部へ格納する。

【0121】ここで、重み関数  $w_k(x, y)$  は、位相差信頼度記憶部から読み出した 2 つの部分画像間の位相差信頼度、及び部分画像画質記憶部26から読み出した当該部分画像の画質に基づいて決定される。すなわち、位相差信頼度が高いか当該部分画像の画質が良ければ、当該部分画像を合成画像に強く反映させたいので当該部分画像に対して強い重み付けを行う。逆に、位相差信頼度が低いか当該部分画像の画質が悪ければ、当該部分画像を合成画像に反映させたくないで当該部分画像に対して弱い重み付けを行う。

【0122】より具体的には、部分画像の任意の画素で

ある ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) を強調するために正規分布の重み関数  $w_k(x, y)$  を考える。

【0123】

【数14】

$$w_k(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x\sigma_y} e^{-(x-\alpha)^2/2\sigma_x^2 - (y-\beta)^2/2\sigma_y^2}$$

【0124】この正規分布の標準偏差である  $\sigma_x$  及び  $\sigma_y$  の値を自由に設定することで、強調したい画素付近の広がりと重みの強さを変えることができる。すなわち、位相差信頼度が高いか画素 ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) 付近の画質が良い場合は、標準偏差  $\sigma_x$  及び  $\sigma_y$  の値を 0 に近づけることで ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) 付近に強い重みを持たせることができる。

【0125】一方、位相差信頼度が低いか ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) 付近の画質が悪い場合は、標準偏差  $\sigma_x$  及び  $\sigma_y$  の値を  $\infty$  に近づけることで、重み関数  $w_k(x, y)$  が広い分布を持ち、部分画像全体にはほぼ等しく低い重み付けがなされるため、当該部分画像の全領域を合成画像にあまり反映させないようにすることができる。

【0126】次に、本実施形態の画像合成装置の動作について図8、図9を用いて説明する。

【0127】図8及び図9は図7に示した画像合成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【0128】図8において、処理装置は、まず、画像入力手段を用いて一定方向に移動している物体を撮像し（ステップC1）、画像入力手段から出力された連続する部分画像  $I_k(x, y)$  ( $1 \leq k \leq N$ ) をそれぞれ部分画像記憶部に格納する（ステップC2）。

【0129】次に、部分画像間の画像位置合わせ処理が全て終了しているか否かを判定し（ステップC3）、画像位置合わせ処理が全て終了していればステップC8の処理へ移行する。また、画像位置合わせ処理が全て終了していない場合は、画像位置合わせ手段を用いて、部分画像記憶部から隣接する二つの部分画像  $I_{k-1}(x, y)$ ,  $I_k(x, y)$  ( $2 \leq k \leq N$ ) をそれぞれ読み出し（ステップC4）、x方向及びy方向の位相差  $x_k$ ,  $y_k$  ( $2 \leq k \leq N$ ) と相関値  $c_k$  をそれぞれ求め、求めた位相差を位相差記憶手段に格納し（ステップC5）、相関値  $c_k$  を位相差信頼度計算手段に出力する。位相差信頼度計算手段は、画像位置合わせ手段から受け取った二つの画像の相関値  $c_k$ に基づいて当該部分画像間の位相差信頼度  $r_k$  を計算し、その計算結果を位相差信頼度記憶部25に格納する（ステップC6）。また、部分画像画質判定手段26は、部分画像記憶部から読み出した部分画像、及び位相差記憶部から読み出した当該部分画像の位相差に基づいて、当該部分画像の画質及び当該部分画像の局所的な画質を判定し、その判定結果を部分画像画質記憶部26に格納して（ステップC7）、ステップC3の処理に戻る。

【0130】続いて、処理装置は、部分画像に対する重

み付け処理が全て終了しているか否かを判定し（ステップC8）、重み付け処理が全て終了していれば、図9に示すステップC13の処理へ移行する。また、重み付け処理が全て終了していない場合は、画像重み付け手段12bを用いて部分画像記憶部から1フレーム分の部分画像  $I_k(x, y)$  を読み出し（ステップC9）、位相差信頼度記憶部から当該位相差信頼度  $r_k$  を読み出し（ステップC10）、部分画像画質記憶部26から当該部分画像の画質の程度  $q_k$  を読み出し（ステップC11）、当該位相差信頼度  $r_k$  及び当該画質の程度  $q_k$ に基づいて重み関数  $w_k(x, y)$  を決定する。そして、決定した重み関数  $w_k(x, y)$  を用いて当該部分画像に対して重み付け処理を行い、その処理結果である重み付け部分画像

【0131】

【外10】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0132】を重み付け部分画像記憶部に格納して（ステップC12）ステップC8の処理に戻る。

【0133】次に、処理装置は、重み付け部分画像の重ね合わせ処理が全て終了しているか否かを判定し（ステップC13）、重ね合わせ処理が全て終了している場合は、合成画像生成手段を用いて一時合成画像記憶部から一時合成画像を読み出し（ステップC19）、その各画像輝度を重み累積値記憶部から読み出した（ステップC20）各画素輝度毎の重み累積値で除算し、除算結果を画素輝度とする最終的な合成画像を出力する（ステップC21）。

【0134】一方、重ね合わせ処理が全て終了していない場合は、画像重ね合わせ手段を用いて、重み付け部分画像記憶部から1フレーム分の重み付け部分画像

【0135】

【外11】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0136】を読み出し（ステップC14）、一時合成画像記憶部から一つ前のフレームまで重ね合わせた一時合成画像  $J_{k-1}(x, y)$  を読み出し（ステップC15）、位相差記憶手段から当該部分画像と前フレームの部分画像の位相差  $x_k$ ,  $y_k$  を読み出して（ステップC16）、重み付け部分画像

【0137】

【外12】

$$\hat{I}_k(x, y)$$

【0138】と一時合成画像  $J_{k-1}(x, y)$  とを位相差  $x_k$ ,  $y_k$  にしたがって重ね合わせ、新たな一時合成画像  $J_k(x, y)$  を生成する（ステップC17）。また、生成した一時合成画像  $J_k(x, y)$  の各画素毎の

重み累積値を計数し、重み累積値記憶に格納する（ステップC18）。

【0139】本実施形態の画像合成方法では、部分画像の画質または部分画像の局所的な画質を考慮して重み付け処理を行うため、画質の良い部分画像あるいはその領域を画像の合成に用いることができるため、合成画像の画質を向上させることができる。

【0140】なお、本実施形態では処理装置に第2の実施の形態と同様の位相差信頼度計算手段及び位相差信頼度記憶部を有する場合で説明しているが、これらは無くてもよい。その場合、画像重み付け手段12bは部分画像画質判定手段16で判定された部分画像の画質あるいは部分画像の局所的な画質の程度のみに基づいて重み関数を設定し、重み付け処理を行う。

【0141】（第4の実施の形態）次に本発明の画像合成装置の第4の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0142】図10は本発明の画像合成装置の第4の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【0143】図10に示すように、本実施形態の画像合成装置は、画像入力手段10aと、画像入力手段10aで撮像して得られる連続する複数の部分画像から一枚の画像を合成するコンピュータ3と、コンピュータ3で合成された合成画像を出力するための出力装置4とを有する構成である。

【0144】コンピュータ3は、CPU31と、CPU31の処理に必要な各種データを格納するための記憶装置32と、CPU31に所定の画像合成処理を実行させるための画像合成プログラムが記録された記録媒体33と、画像入力手段10a及び出力装置4との間で画像データを送受信するためのI/O装置34とを有し、CPU31、記憶装置32、記録媒体33、及びI/O装置34は、バス35によってそれぞれ接続されている。

【0145】CPU31は記録媒体33に記録された画像合成プログラムを読み出し、読み出した画像合成プログラムにしたがって、上記第1の実施の形態～第3の実施の形態に記載された処理装置（画像入力手段を除く）と同様の処理を実行する。なお、記録媒体33は、磁気ディスク、光ディスク、半導体メモリ及びその他の記録装置であってもよい。

【0146】本実施形態の構成でも、上記第1の実施の形態～第3の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0147】

【実施例】次に本発明の画像合成方法及び画像合成装置の実施例について説明する。なお、以下の各実施例は本発明の画像合成方法及び画像合成装置を指紋入力装置に適用した例である。

【0148】（第1実施例）本発明の指紋入力装置の第1実施例について図面を参照して説明する。なお、第1

実施例は上述した第1の実施の形態に対応するものである。

【0149】第1実施例の指紋入力装置は、画像入力手段として細長い矩形形状（300×30ピクセル）の指紋センサを用い、画像位置合わせ手段で逐次法を用い、画像重み付け手段で図11及び以下の式で示す重み関数  $w_k(x, y)$  を用いるものとする。

【0150】

【数15】

$$w_k(x, y) = 100e^{-2(y/15-1)^2 \ln 10}$$

【0151】また、記憶装置にはRAM（Random Access Memory）を用いるものとする。

【0152】今、ユーザが画像入力手段であるバー状の指紋センサに指を押捺しながら、指紋センサの長手方向と垂直な方向に指を動かしたとする。指紋センサはユーザの指紋画像を連続して取得し部分画像として記憶装置にそれぞれ格納する。

【0153】処理装置は、記憶装置に格納された指紋画像の隣接するフレーム間の画像位置合わせを逐次法を用いて行い、各フレーム間の位相差を算出してそれぞれ記憶装置に格納する。

【0154】続いて、記憶装置に格納された各指紋画像の中央ラインを上記重み関数を用いて強調するための重み付け処理を行う。そして、中央ラインを強調した各指紋画像（重み付け部分画像）をフレーム間の位相差に基づいて逐次重ね合わせて一時合成画像を生成し、生成された一時合成画像を記憶装置に格納する。

【0155】ここで、一時合成画像の重なっている領域では、各フレーム毎に画素輝度が累積される。同時に、重ね合わせて生成された一時合成画像の各画素毎の重みの累積値が記憶装置に格納される。

【0156】最後に、記憶装置に格納された一時合成画像の各画素輝度を、同じく記憶装置に格納された各画素の重み累積値で除算し、その除算結果を最終的な合成画像の画素輝度として出力する。

【0157】第1実施例の指紋入力装置は、バー形状の指紋センサを用いることでセンサ部の面積を小さくすることができるため、指紋入力装置の製造コストを低減することができる。また、その形状とサイズを活かして、指紋センサを携帯電話やICカードに搭載することができるため、ユーザの利便性を向上させることができる。

【0158】さらに、指紋センサの面積が小さくて良好な画質の合成画像を生成することができるため、指紋認証を高精度に行うことができる。

【0159】（第2実施例）次に本発明の指紋入力装置の第2実施例について図面を参照して説明する。なお、第2実施例は上述した第2の実施の形態に対応するものである。

【0160】第2実施例の指紋入力装置は、画像入力手

段として細長い矩形形状 ( $300 \times 30$  ピクセル) の指紋センサを用い、画像位置合わせ手段で逐次法を用い、画像重み付け手段は位相差  $x_k, y_k$  とその位相差における相関値  $c_k$  ( $0 \leq c_k \leq 255$ ) をそれぞれ出力するものとする。

【0161】また、位相差信頼度計算手段は位相差信頼度  $r_k$  を以下の式を用いて算出する。

【0162】

【数16】

$$r_k = 255 - c_k, (0 \leq r_k \leq 255)$$

【0163】すなわち、相関値  $c_k$  が小さい（相関が高い）ほど、位相差信頼度  $r_k$  の値は大きくなる。さらに、画像重み付け手段は重み関数  $w_k(x, y)$  として以下の式を用いるものとする。

【0164】

【数17】

$$w_k(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} e^{-(y/10-15)^2/2\sigma_y^2}$$

【0165】ここで、 $\sigma_y$  は位相差信頼度  $r_k$  によって定まる値であり、以下の式で定義される。

【0166】

【数18】

$$\sigma_y = -0.08r_k + 21.4, (1 \leq \sigma_y \leq 21.4)$$

【0167】なお、部分画像記憶部、位相差記憶部、位相差信頼度記憶部、重み付け画像記憶部、一時合成画像記憶部、重み累積値記憶部を含む記憶装置にはRAMを用いるものとする。

【0168】今、ユーザが画像入力手段であるバー状の指紋センサに指を押捺しながら、指紋センサの長手方向と垂直な方向に指を動かしたとする。指紋センサはユーザの指紋画像を連続して取得し部分画像として記憶装置にそれぞれ格納する。

【0169】処理装置は、記憶装置に格納された指紋画像の隣接するフレーム間の画像位置合わせを逐次法を用いて行い、各フレーム間の位相差及び相関値を算出してそれぞれ記憶装置に格納する。

【0170】次に、記憶装置に格納されたフレーム間の相関値に基づいて位相差信頼度を算出して記憶装置に格納する。ここで、最も相関の高い相関値  $c_k = 0$  のとき、位相差信頼度は  $r_k = 255$  となる。

【0171】次に、記憶装置に格納されたフレーム間の位相差信頼度に基づいて、各指紋画像へ与える重みを決定する。例えば、最も位相差信頼度の高い  $r_k = 255$  の場合  $\sigma_y = 1$  となり、重み関数  $w_k(x, y)$  は図12に示すような1次元標準正規分布となる。

【0172】また、位相差信頼度の低い  $r_k = 230$  の場合、 $\sigma_y = 3$  となり、図13に示すように重み関数  $w_k$

$(x, y)$  がより平坦化される。

【0173】次に、記憶装置に格納された入力指紋画像の中央ラインを上記の重み関数  $w_k(x, y)$  に用いて強調する。そして、中央ラインを強調した指紋画像を1フレーム毎に、フレーム間の位相差に基づいて逐次重ね合わせ、生成された一時合成画像を記憶装置に格納する。

【0174】すなわち、一時合成画像の重なっている領域では各フレーム毎に画素輝度が累積される。また、一時合成画像の各画素毎の重みの累積値がそれぞれ記憶装置に格納される。

【0175】最後に、記憶装置に格納された一時合成画像の各画素輝度を、同じく記憶装置に格納された各画素の重み累積値で除算し、その除算結果を最終的な合成画像の画素輝度として出力する。

【0176】第2実施例の指紋入力装置では、第1実施例の効果に加えて得られた位相差の信頼度を相関値を用いて決定し、その信頼度に基づいて重みを決定しているため、画像の位置合わせ誤差や部分画像の局所的な歪み等に柔軟に対応することができる。

【0177】（第3実施例）次に本発明の指紋入力装置の第3実施例について図面を参照して説明する。なお、第2実施例は上述した第3の実施の形態に対応するものである。

【0178】第3実施例の指紋入力装置は、第2実施例の構成に加えて、部分画像画質判定手段として2次元フーリエ変換を用い、部分画像画質記憶部としてRAMを用いるものである。

【0179】今、ユーザが画像入力手段であるバー状の指紋センサに指を押捺しながら、指紋センサの長手方向と垂直な方向に指を動かしたとする。指紋センサはユーザの指紋画像を連続して取得し部分画像として記憶装置にそれぞれ格納する。

【0180】処理装置は、記憶装置に格納された指紋画像の隣接するフレーム間の画像位置合わせを逐次法を用いて行い、各フレーム間の位相差及び相関値を算出してそれぞれ記憶装置に格納する。

【0181】次に、記憶装置に格納されたフレーム間の相関値に基づいて位相差信頼度を算出して記憶装置に格納する。また、部分画像を2次元フーリエ変換することで画質を判定し、画質の程度を記憶装置に格納する。

【0182】撮像対象が指紋の場合、指紋の隆線はほぼ周期的な縞模様を形成しており、その隆線間隔（以下、隆線ピッチと呼ぶ）がほぼ一定である。そこで、入力画像の指紋らしさを判定するために、予め隆線ピッチの上限及び下限を決めておく。そして、部分画像を2次元フーリエ変換することで画像の周波数ピッチを検出し、その周波数ピッチが前述の指紋ピッチと判定できる閾値内に収まっているか否かを調べ、その得られた周波数ピッチに基づいて部分画像の画質を判定する。

【0183】次に、記憶装置に格納されたフレーム間の位相差信頼度及び部分画像の画質に基づいて各指紋画像へ与える重みを決定する。例えば、入力画像の画質が悪ければ（指紋らしくなければ）、重み関数 $w_k(x, y) = 0$ とし、その部分画像を画像合成に用いないようとする。

【0184】次に、記憶装置に格納された入力指紋画像の中央ラインを上記の重み関数 $w_k(x, y)$ に用いて強調する。そして、中央ラインを強調した指紋画像を1フレーム毎に、フレーム間の位相差に基づいて逐次重ね合わせ、生成された一時合成画像を記憶装置に格納する。

【0185】すなわち、一時合成画像の重なっている領域では、各フレーム毎に画素輝度が累積される。同時に、重ね合わせて生成された一時合成画像の各画素毎の重みの累積値がそれぞれ記憶装置に格納される。

【0186】最後に、記憶装置に格納された一時合成画像の各画素輝度を、同じく記憶装置に格納された各画素の重み累積値で除算し、その除算結果を最終的な合成画像の画素輝度として出力する。

【0187】第3実施例の指紋入力装置では、部分画像を2次元フーリエ変換することで指紋らしさを判定しているため、指紋入力時の指紋センサと指の接触不良によって起こる部分的な指紋の未取得を検知することが可能であり、合成画像を生成する際に指紋の映っていない部分画像を排除することが可能である。したがって、生成する合成画像の画質を高めることができる。

#### 【0188】

【発明の効果】本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載する効果を奏する。

【0189】部分画像にそれぞれ重みを付与して画像を合成することで、部分画像の強く重み付けされた領域を合成画像に強く反映させ、弱く重み付けされた領域を合成画像に反映させないことができるため、画像位置合わせにおける位置合わせ誤差や画像の歪みを合成画像に反映させないようにすることができる。

【0190】したがって、撮像対象の連続性が保たれると共に、良好な画質の合成画像を得ることができる。

【0191】また、位相差の信頼度に基づいて重みを決定することで、画像の位置合わせ誤差や部分画像の局所的な歪み等に柔軟に対応することができるため、合成画像の画質をより向上させることができる。

【0192】さらに、部分画像の画質または部分画像の局所的な画質を考慮して重みを決定することで、画質の良い部分画像あるいはその領域を画像の合成に用いることができるため、合成画像の画質をより向上させることができる。

【0193】また、指紋入力装置に、上記画像合成装置とセンサ部に押し当てられて移動する指を撮像して得られる指紋の複数の部分画像を出力する画像入力手段とを

有することで、センサ部の面積が小さくて良好な画質の合成画像を生成することができるため、指紋認証を高精度に行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の画像合成装置の第1の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示した画像重み付け手段で用いられる重み関数の一例を示す図であり、部分画像の形状とそれに付与される重み関数の関係を示す平面図である。

【図3】図1に示した画像重ね合わせ手段で用いられる画像重ね合わせの例を示す平面図である。

【図4】図1に示した画像合成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図5】本発明の画像合成装置の第2の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図6】図6は図5に示した画像合成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図7】本発明の画像合成装置の第3の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図8】図7に示した画像合成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図9】図7に示した画像合成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図10】本発明の画像合成装置の第4の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の指紋入力装置の第1実施例で用いる重み関数の一例を示すグラフである。

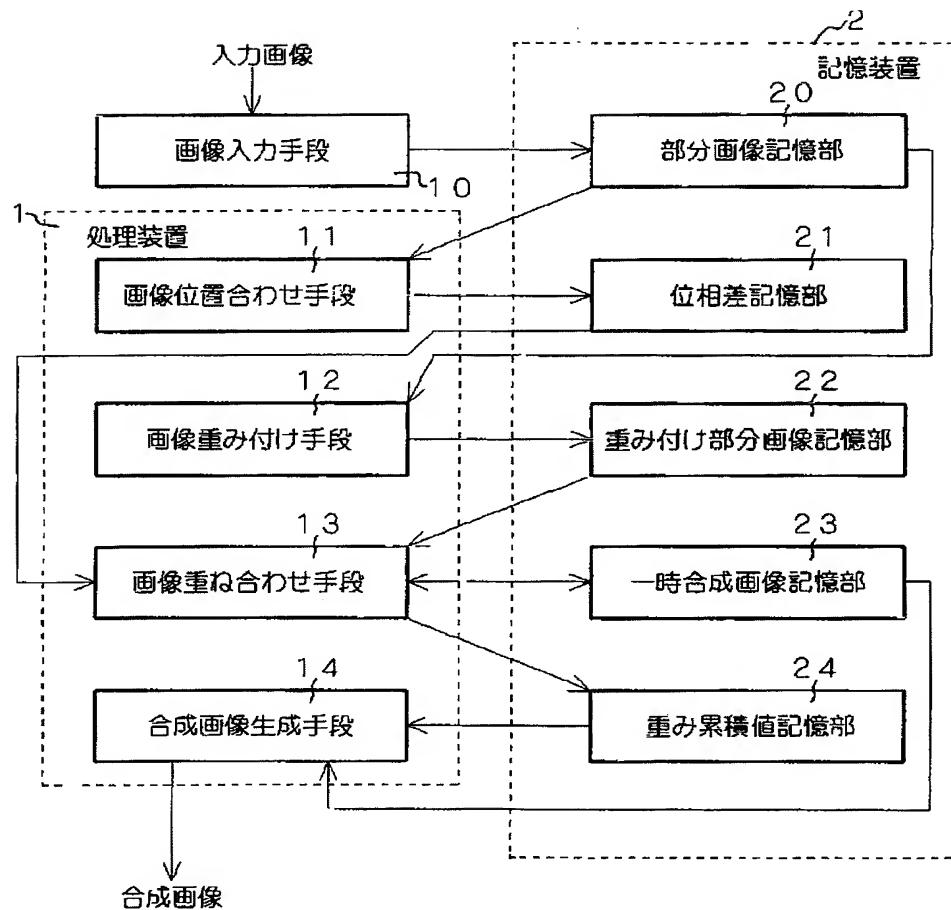
【図12】本発明の指紋入力装置の第2実施例で用いる重み関数の一例を示す図であり、位相差信頼度が最も高い場合の様子を示すグラフである。

【図13】本発明の指紋入力装置の第2実施例で用いる重み関数の一例を示す図であり、位相差信頼度が低い場合の様子を示すグラフである。

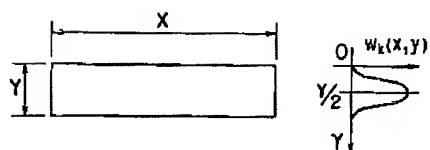
#### 【符号の説明】

- 1 処理装置
- 2 記憶装置
- 10 画像入力装置
- 11、11a 画像位置合わせ手段
- 12、12a、12b 画像重み付け手段
- 13 画像重ね合わせ手段
- 14 合成画像生成手段
- 15 位相差信頼度計算手段
- 16 部分画像画質判定手段
- 20 部分画像記憶部
- 21 位相差記憶部
- 22 重み付け部分画像記憶部
- 23 一時合成画像記憶部
- 24 重ね累積値記憶部
- 25 位相差信頼度記憶部
- 26 部分画像画質記憶部

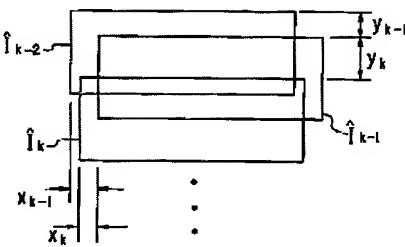
【図1】



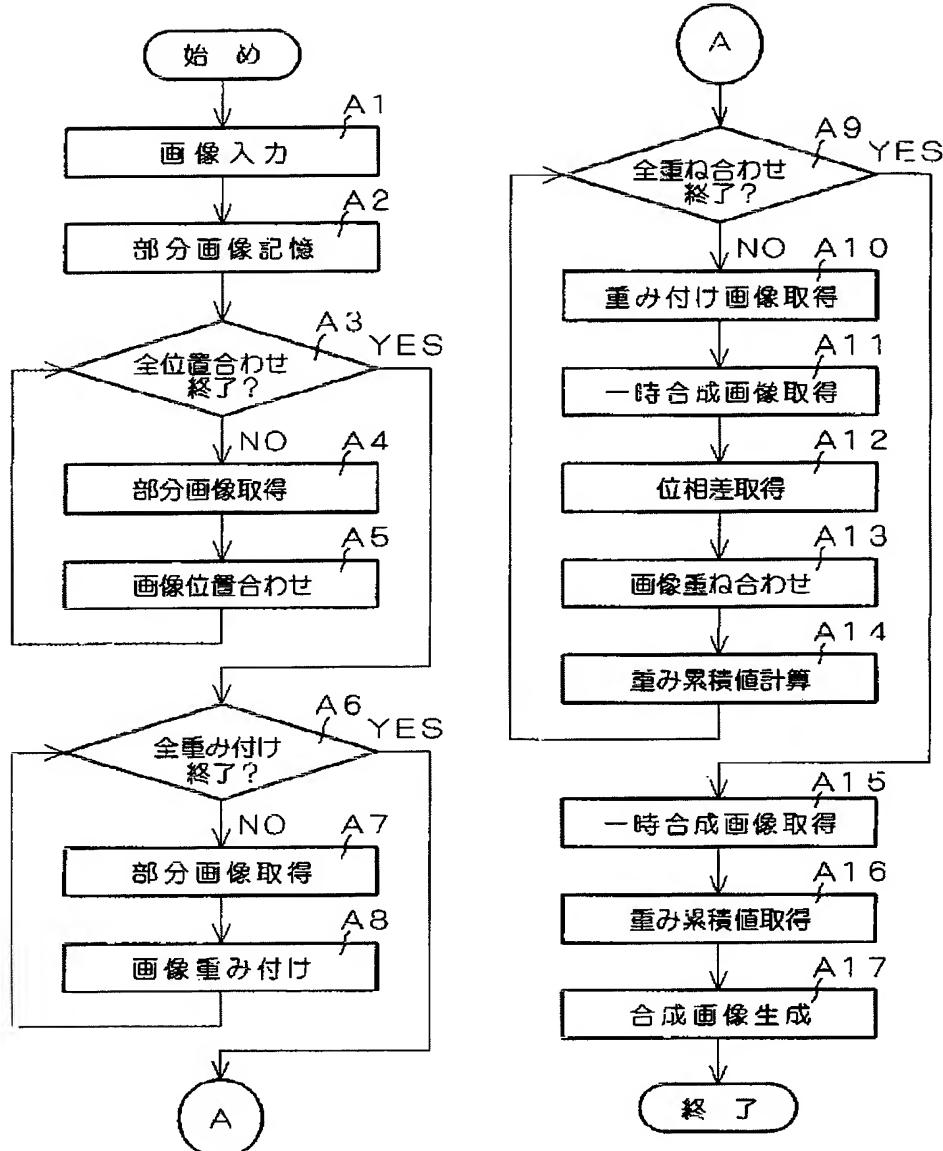
【図2】



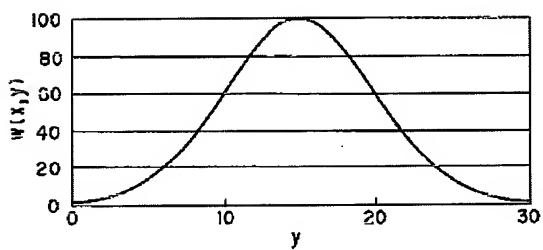
【図3】



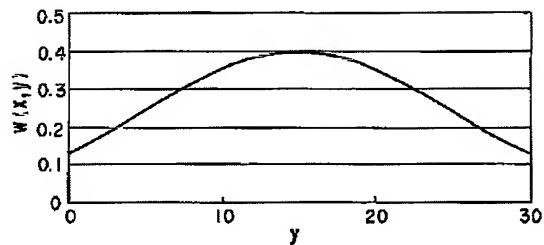
【図4】



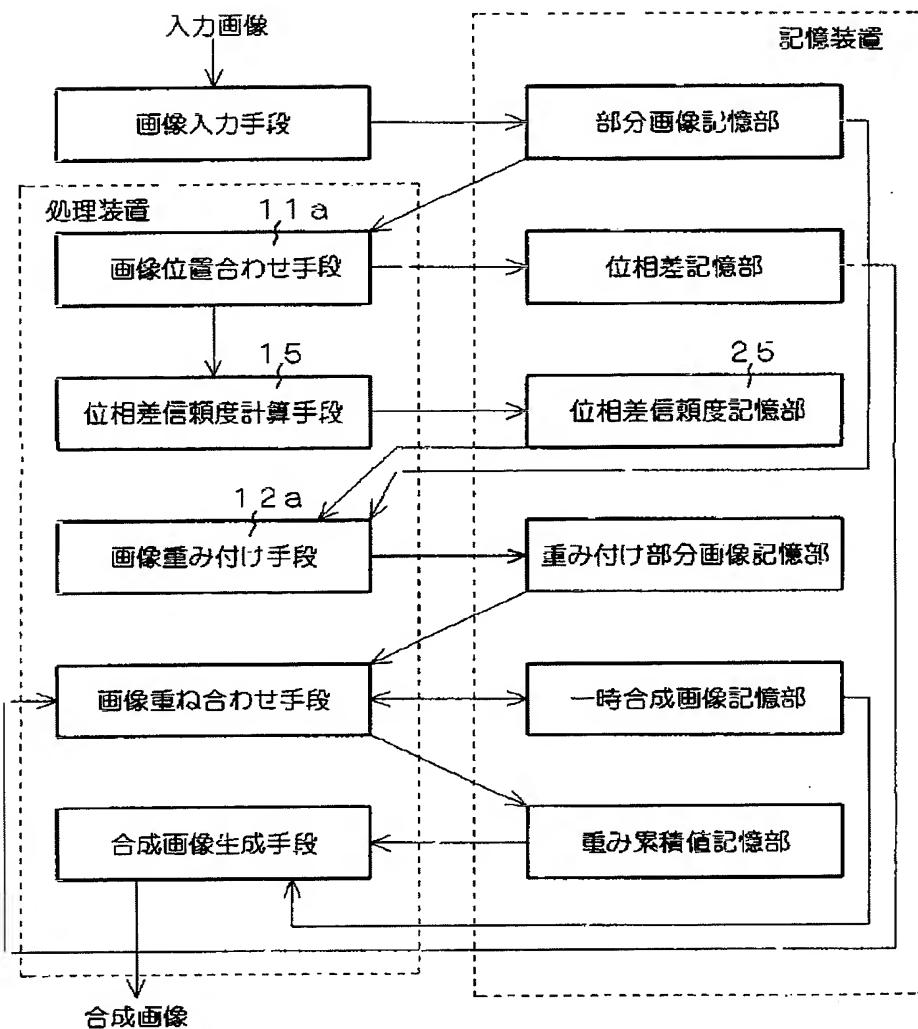
【図11】



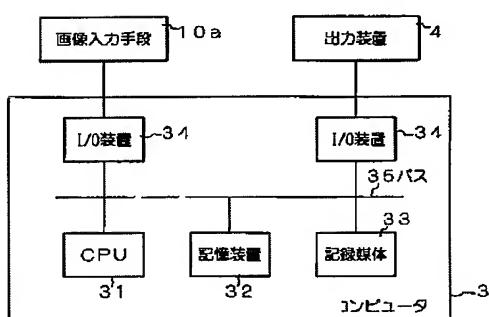
【図12】



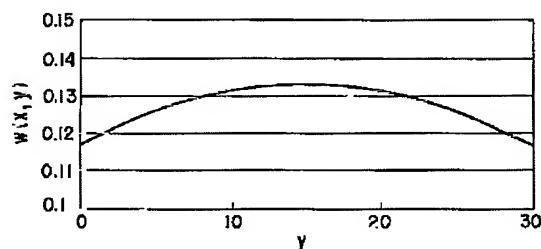
【図5】



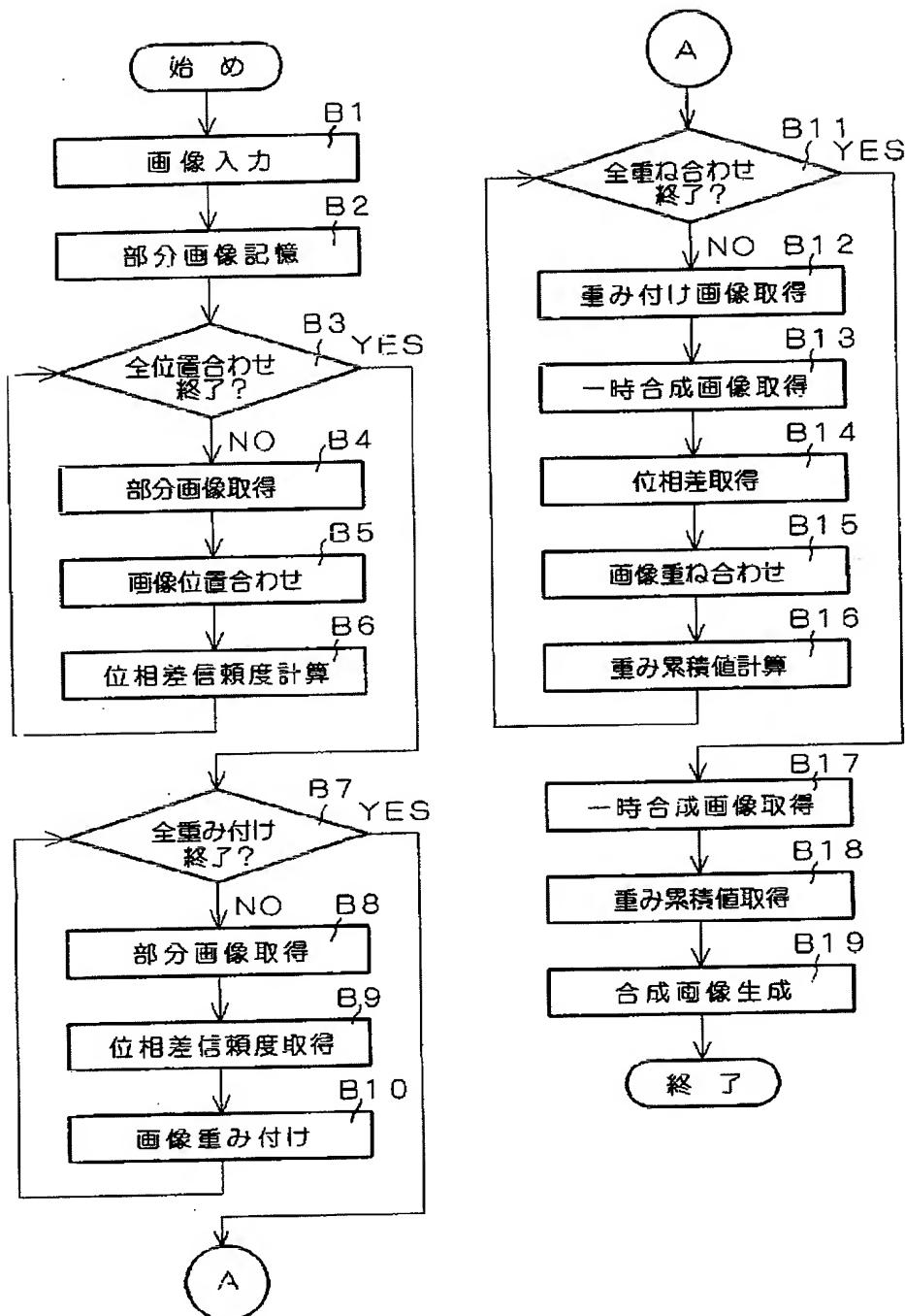
【図10】



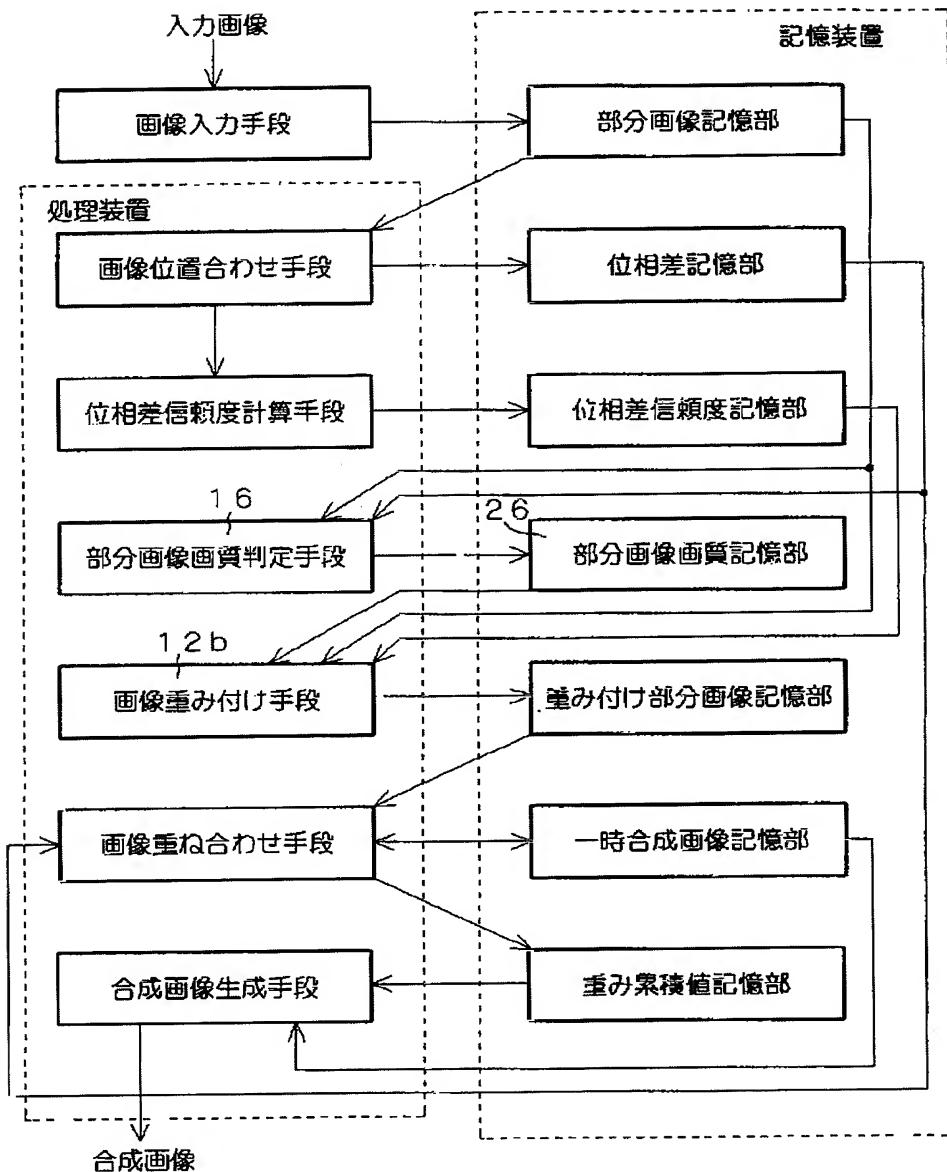
【図13】



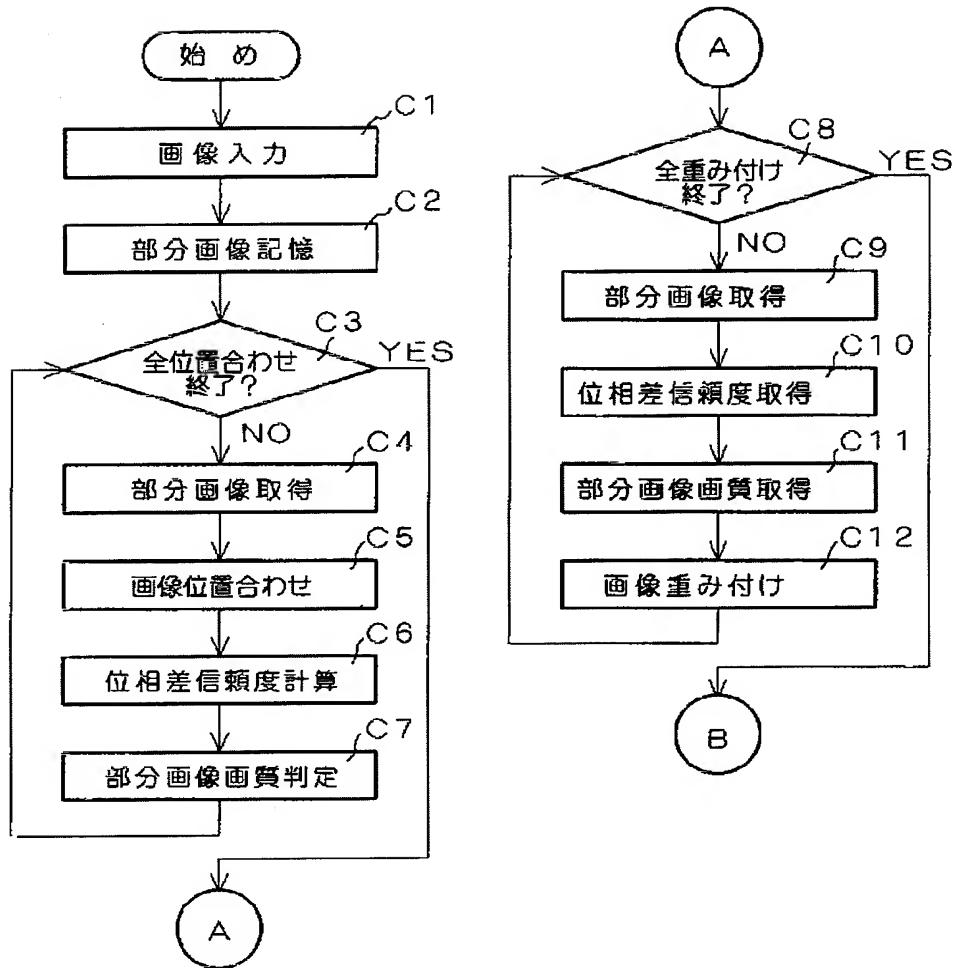
【図6】



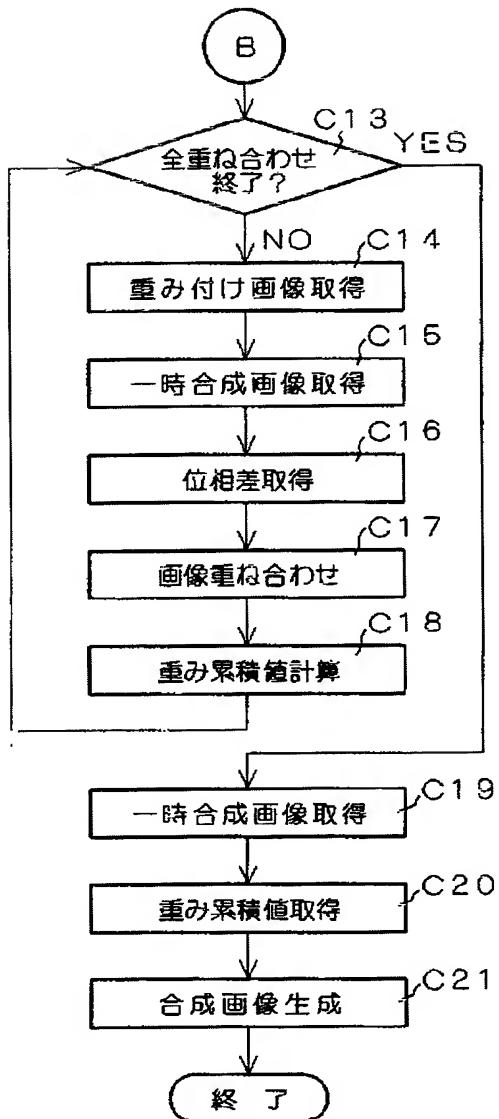
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5B057 AA20 BA02 BA12 BA19 CA02  
 CA08 CA12 CA16 CB02 CB08  
 CB12 CB16 CC02 CC03 CE01  
 CE08 CE10 CH08 CH11 DA07  
 DA17 DB02 DB05 DB09 DC03  
 DC34  
 5C076 AA12 AA36 BA06 CA10